パーソナル・コンピュータによるESCA測定の自動化

三宅　泉・丹保　豊和・龍山　智栄

緒　　言

最近，電子計算機（特にマイコン，パソコン）の進歩により，各種の計測を計算機によって簡単に制御できるようになってきた。当研究室においてもすでにラマン散乱の測定をミニ・コンピュータ（MELCOM70/10）で制御し，そのデータ処理を行なっている。

現在，我々が使用しているESCA／AES複合表面分析装置は主に物質の内殻準位の測定を行なう様に構成されており，非常に小さい信号（例えば金属，半導体の価電子帯からの信号など）に対しては十分ではない。というのはESCA（XPS）の信号はフォトン・カウンティングを行なっているため，統計的なゆらぎを持っており小さい信号のSN比を良くするには何回も測定をしてその平均をとる必要があるが，現在の装置ではくり返し測定ができないからである。そこでパーソナル・コンピュータ（横河ヒューレットパッカードHP－85）を使用して自動的にくり返し測定を行ない，SN比の改善をはかり，又現在スペクトル分解のために手動で行なっているミニ・コンピュータ(MELCOM70/10)へのデータの入力もHP－85から直接転送可能とし，データの解析を容易にすることを試みた。

以上の目的を達するために設置したシステムを以下に示すことにする。

1．システムの構成

1．1　システムのハードウェア

1．1．1　システムの概略　Fig.1にシステム全体のブロック図を示す。表面複合分析装置，（Φ Model 548SH）のシステム・コントロール部のEXT（0－10V）端子に直流の0～10Vを加えると，その電圧に応じて分析管に加わる電圧が変化する。分析管に入った光電子は，その電圧に応じたエネルギーを持つものだけが検出器に到達するようになっているので，その電圧を制御すれば任意の範囲のスペクトルがとれることになる。

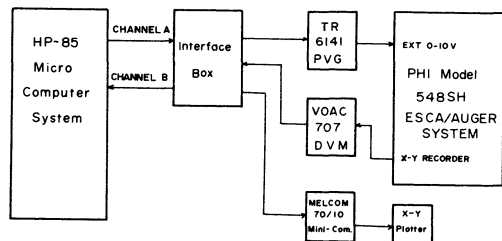



Fig.1　Block Diagram of System

本システムではこの0－10Vの電圧をプログラマブル電圧発生器(タケダ理研，TR6141)とHP－85で設定させる。分析装置は0－10Vに対応した束縛エネルギーの信号出力をXYレコーダに出力するので，その電圧をデジタル電圧計（岩通電子，VOAC707）で読取り，HP－85に送る。さらにそのデータをMELCOM70/10ミニ・コンピュータに転送し，処理を行ない，XYプロッタに出力することができる。

1．1．2　HP－85ならびに周辺装置の入出力タイミング　まずHP－85,[2] TR 6141,[4] VOAC707,[3] MELCOM70/10[5]の入出力タイミングについて考慮する。Fig.2，3に各々HP 85の入出力タ

イミング・チャートを示す。

入力の場合は，まずHP －85から「データ入力が可能である」ことを示すCTL ラインが「真」となり，周辺装置はそれに応じてデータを出力すると共にFLAG ラインを「真」にする。HP －85はFLAG ラインの立ち下がりに同期してデータを読み込む。この際，FLAGラインが「真」に保たれる時間は15μsec 以上必要である。

出力の場合は，HP －85側にデータが用意されたら「データの出力が可能である」ことを示すCTL ラインが「真」になる。周辺装置はそれを受けてFLAG ラインを「真」にし，データを受け取る。

これに対して，TR 6141電圧発生器，VOAC707 デジタル電圧計，MELCOM70／10の入出力タイミングチャートを各々Fig. 4， 5に示す。

1．1．3　インターフェイス回路の動作　Fig. 6に，HP －85と電圧発生器，デジタル電圧計，ミニ・コンピュータとのインターフェイス回路を示す。このシステムではデータをBCD コード（２進化10進数）で扱っている。BCD コードによるデータのやり取りは，各々の機器の入出力回路が比較的簡単になる反面，データの線数が多くなり，又HB －IB（GP －IB）やRS 232Cなどの方式のようにデータバスが標準化されておらず各機器ごとにタイミングを考える必要があるとか，コネクターがまちまちであるという欠点もある。

そこで１．１．２で述べた各タイミングを考慮してインターフェイス回路の構成を見てみる。インターフェイス回路はHP －85からTR 6141およびMELCOM70／10へのデータ出力と，VOAC 707からHP －85への入力回路，そして電源回路の３つから構成されている。

まずHP －85からTR 6141とMELCOM70／10 への出力回路について検討する。１．１．２で述べたHP －85の出力タイミングとTR 6141（MELCOM 70／10も同様）の入力タイミングを一致させるため以下の様な動作を行なわさせる。まずHP －85がデータを出力する時，CTL ラインが「真」になるのでこの信号を使って50msec の幅のパルスをタイマーICによって作り，これをLOAD 信号としてTR614に送る。TR 6141側はこのLOAD信号によってデータを取り込む。HP －85側はTR 6141から「データを受け取った」という，FLAG 信号が出力されるのを待っているが，TR 6141にはそのような信号を出力する回路がないのでその代用として先に述べた50msec のパルスの立ち下がりを用いている。TR．6141の各データ・ラインはオープン・コレクタ入力となっているのでSN 74LS 05を間に入れ，MELCOM 70／10への回

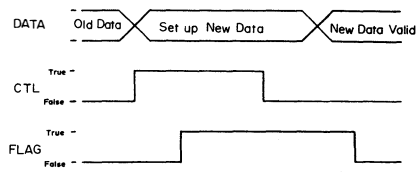



Fig. 2　Input Timing of HP-85

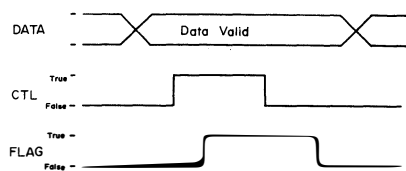



Fig. 3　Output Timing of HP-85

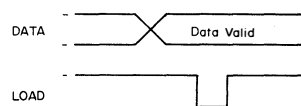



Fig. 4　Input Timing of TR6141

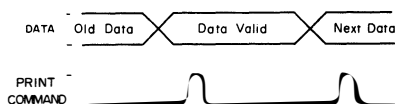



Fig. 5　Output Timing of VOAC707

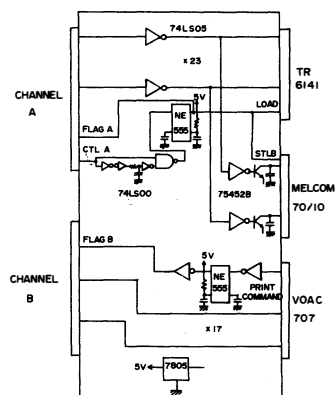



Fig. 6　Interface Circuit

路は伝送距離が長いのでSN 75452Bライン・ドライバーを用いている。

次にVOAC 707からHP −85への入力回路について検討する。VOAC 707の出力はTTLレベルとなっているのでHP −85と直結できる。VOAC 707とHP −85とのタイミングはVOAC 707の PRINT COMMAND 信号をFLAG 信号として用いることによって合わせている。しかしながらPRINT COMMAND信号はそのパルス幅が5 μsec しかなく，HP −85のFLAG信号が15μsec 以上のパルス幅を必要とするという条件を満たしていないので，実際にはタイマーICを用いてパルス幅を15μsec に伸ばしてHP −85に入力してある。この場合CTL ラインは使用していない。

最後に電源回路は各ICに必要な＋5Vの電圧を3端子レギュレータによって安定化し，供給している。

1．2　システムのソフトウェア[1)]

プログラムの流れ図をFig. 7．1. 2に示す。プログラムをスタートさせると，初期設定を行なった後ファンクション・キーの入力待ちになり，ファンクション・キーを選択することによっていろいろな動作を行なうことができる。ファンクション・キーには1．SETTING，2．START，3．PLOT，4．MELCOM，5．LOAD，6．RESULT があり，各々，1．測定条件の設定，2．測定開始，3．結果をデスプレイ上に表示，4．ミニ・コンピュータ（MELCOM 70／10）にデータを転送，5．磁気テープよりデータの読み込み，6．ピーク位置，半値幅の表示の動作を行なう。

実際の測定はSTART のルーチンによって行なわれるが，その際一点の測定を3回行ない，その平均値をデータとしてメモリ上に格納し，それをある設定範囲で走査させ，さらにその走査を設定回

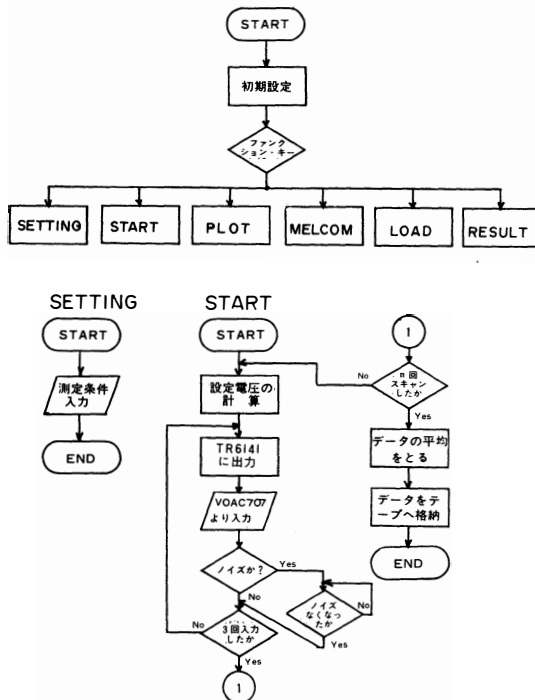



Fig. 7 (a)　Flow Chart

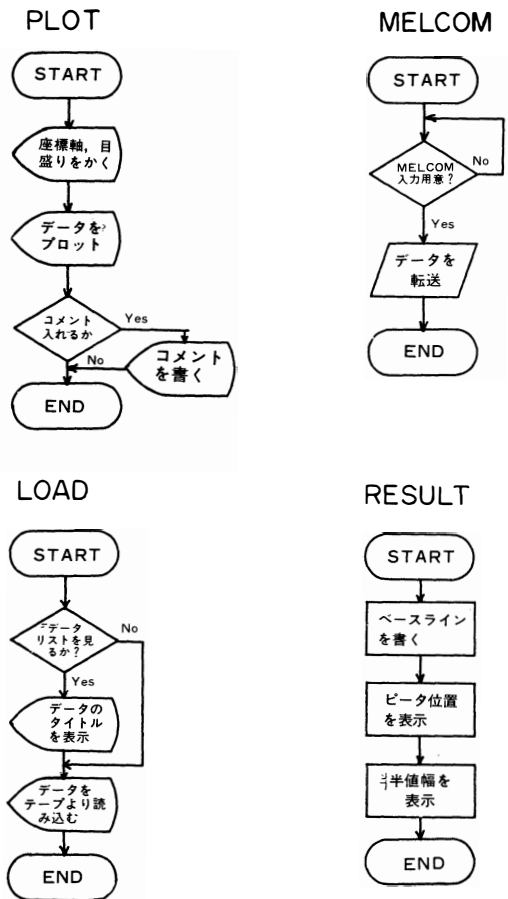



Fig. 7 (b)　Flow Chart

数だけ行なう。また測定中に雑音が外部から入ることがあるので，それを除去するプログラムも組み込まれている。

2．測定結果

以上のシステムを用いて測定したいくつかの結果を次に示す。

2．1　金（Au）の価電子帯スペクトル

Fig. 8は金の価電子帯のXPS スペクトルである。励起源としてはMgkα線を用い，測定中の真空度は3×10^{-9}Torr，走査速度は 0.01eV/sec で測定したものである。6 eV付近に金の5 dバンドが，そして3 eV付近に6 sバンドが存在しているのがわかる。

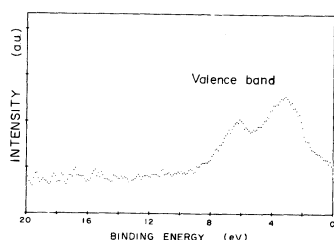



Fig.8 XPS Spectrum of Au

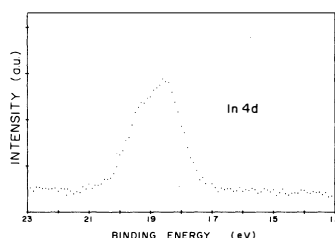



Fig.9 XPS Spectrum of InSe

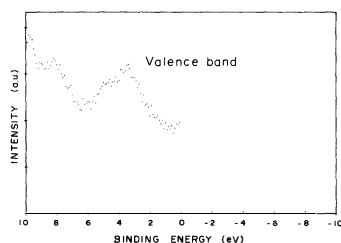
2．2 InSe のIn4d 準位のスペクトル

Fig. 9は当研究室で作成されたIII－VI族層状化合物半導体であるInSeのIn 4 dスペクトルである。ピークが非対称なのはIn 4 dの3/2ピークと5/2ピークが重なっているからである。測定条件は2．1と同じである。

Fig.10 XPS Spectrum of InSe

2．3 InSeの価電子帯スペクトル

上の2つのスペクトルはこのシステムを用いなくても測定可能だったが，このスペクトルは今まで測定することができなかったのが，このシステムを使用して初めて測定が可能になったものである。この時の測定条件は上と同じであるが走査を10回くり返してSN 比を改善したことによってスペクトルが測定できたものである。

結　　言

このシステムを実際に使用することによって従来の測定結果と比べると，より微小な信号でも検知できるようになった。これはノイズ除去プログラムとデータを平均する効果に起因している。特にこれは価電子帯の測定に威力を発揮する。これは半導体表面の酸化過程の初期状態の観察，ヘテロ接合の初期成長過程の観察，表面における吸着の問題等に有用である。又，ミニ・コンピュータと接続してデータが簡単に転送できるので，データの処理が非常に容易になった。このシステムは今後のＥＳＣＡ（ＸＰＳ）測定に大きな役割を示すと思われる。

参 考 文 献

1）横河ヒューレットパッカード株式会社，HP －83／85入出力制御用ROM 操作マニュアル，P.

14－1，（1980）
2）HEWLETT PACKARD, HP82941A BCD Installation and Theory of Operating Manual, P．33,（1980）
3）岩通電子株式会社，VOAC707A取扱説明書，P．15,（1799）
4）タケダ理研工業株式会社，TR6141取扱説明書，P．3－11,（1979）
5）三菱電機株式会社，MELCOM70シリーズ　B6721汎用ディジタル入出力機構説明書，P．9

Automization of ESCA measurement with Personal Computer (HP-85)

Izumi Miyake, Toyokazu Tanbo, Chiei Tatsuyama

The improvement of the S/N ratio of the XPS spectrum has been studied by using a micro-computer (HP-85). The D.C. voltage from a programable voltage generator controlled by HP-85 is applied on a double pass CMA for the measurement of the binding energy. The signal from the CMA is read into HP-85 through a digital voltmeter. Repeating the measurement and the averaging the data in the same spectral region, the S/N ratio is improved dramatically. We can measure the valence band spectrum of a semiconductor which has not been observed without this system. This system also enables us to analyze the data easily.

〔英文和訳〕

パーソナルコンピュータによるＥＳＣＡ測定の自動化

三宅　泉・丹保　豊和・龍山　智栄

マイクロ・コンピュータ(HP-85)を使用してXPSスペクトルのS/N比の改善を行った。束縛エネルギーの測定の際，HP-85に制御されたプログラマズル電圧発生器から，ダブルパスのCMAに直流電圧が印加される。CMAからの信号はデジタル電圧計を介してHP-85に読み込まれる。同じスペクトル範囲の測定をくり返し，そのデータを平均化することによってS/N比は大幅に改善される。我々は，以前測定のできなかった半導体の価電帯スペクトルをこのシステムを使用して測定することができた。又このシステムの使用によりデータの解析も容易になる。

（1982年10月20日受理）